



**Programme
des Nations Unies
pour l'environnement**

Distr. : générale
19 octobre 2010

Français
Original : anglais



**Comité de négociation intergouvernemental
chargé d'élaborer un instrument international
sur le mercure
Deuxième session**

Chiba (Japon), 24-28 janvier 2011
Point 3 de l'ordre du jour provisoire *

**Élaboration d'un instrument international
juridiquement contraignant sur le mercure**

**Méthodes pour déterminer l'exposition au mercure des personnes
employées dans le secteur de l'exploitation artisanale et à petite
échelle des mines de l'or**

Note du secrétariat

1. À sa première session, tenue du 7 au 11 juin 2010, le Comité de négociation intergouvernemental chargé d'élaborer un instrument international juridiquement contraignant sur le mercure a demandé au secrétariat de compiler des informations sur les méthodes pour déterminer l'exposition au mercure des personnes employées dans le secteur de l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or. Les informations demandées figurent dans l'annexe à la présente note. Elles ont été compilées en consultation avec le domaine de partenariat sur l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or dans le cadre du Partenariat mondial sur le mercure du Programme des Nations Unies pour l'environnement. Elles ont été reproduites telles qu'elles ont été reçues des directions du domaine de partenariat et n'ont pas été revues par les services d'édition.
2. Les informations comprennent du matériel introductif sur le mercure; des méthodes pour déterminer les niveaux d'exposition, y compris un échantillonnage de poissons et des examens médicaux; un bref exposé d'études de cas; et des conclusions.
3. Le Comité souhaitera peut-être prendre note de ces informations, ainsi que de celles figurant dans le document intitulé « Orientations pour l'identification des populations à risque suite à l'exposition au mercure ». Le résumé analytique de ce document est mis à la disposition du Comité dans les six langues de l'Organisation des Nations Unies sous la cote UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/19; le texte intégral du document est disponible en anglais seulement sous la cote UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/INF/3.

* UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/1.

Annexe

Méthodes pour déterminer l'exposition au mercure des personnes employées dans le secteur de l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or

A. Introduction

1. L'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or est une activité engendrée par la pauvreté qui fournit une source de subsistance importante pour les communautés rurales. Au fur et à mesure que le prix de l'or a franchi des niveaux records, le nombre de mineurs du secteur de l'exploitation artisanale des mines de l'or s'est accru de 10 à 15 millions de personnes dans le monde entier, produisant entre 500 et 800 tonnes d'or/an et émettant jusqu'à 1 200 tonnes de mercure/an.

2. Les mineurs du secteur de l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or extraient l'or du minerai en mélangeant le mercure métallique liquide avec le minerai mouillé (le mélange obtenu est appelé boue). Le mercure se lie à l'or (et aussi à l'argent), créant un amalgame. La boue restante et le mercure métallique sont souvent emportés par ruissellement, contaminant ainsi l'environnement avoisinant. L'or ou l'amalgame d'argent est alors chauffé pour vaporiser le mercure, le rejetant dans l'atmosphère. Les travailleurs de ces exploitations minières ont un contact cutané avec le mercure et inhalent la vapeur. Une ingestion accidentelle peut également survenir. L'inhalation de vapeurs mercurielles résultant de l'amalgame chauffé est la plus grave des trois voies d'exposition (peau, inhalation, ingestion), car le mercure (élémentaire) métallique est facilement absorbé et distribué dans l'ensemble du corps. En traversant les barrières placentaire et hémato-encéphalique, le mercure métallique peut causer des dommages neurophysiques, neuropsychologiques et cognitifs. Les mineurs sont exposés directement, mais d'autres peuvent également l'être si l'amalgame est brûlé à l'intérieur, en l'absence de ventilation adéquate comme dans les maisons et les « fonderies d'or ». Les membres des familles, d'autres travailleurs et les voisins peuvent être exposés de cette manière. La contamination de l'environnement par le mercure entraîne également un accroissement des niveaux de mercure dans les poissons locaux. La consommation de poissons contaminés est une autre voie d'exposition au mercure pour les communautés établies autour des exploitations minières artisanales.

3. Les circonstances particulières de l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or sont largement reconnues comme étant spécifiques aux pays. Néanmoins, il existe des éléments communs aux problèmes associés à l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or dans l'ensemble des cadres nationaux. À ce titre, les solutions pour réduire les risques liés au mercure dans ces communautés nécessitent une approche cohérente et coordonnée de manière efficace à l'échelle mondiale afin d'aborder ces problèmes complexes au niveau local.

4. Dans le cadre du Projet mondial sur le mercure de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI), une méthode d'évaluation de la santé a été conçue pour compléter l'évaluation environnementale. Elle fournit des indicateurs sur le niveau d'intoxication par le mercure et sur son impact sur la santé des mineurs du secteur de l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or et des communautés avoisinantes du fait de l'exposition aux vapeurs de mercure, de l'ingestion d'aliments contaminés (en particulier des poissons) ou des deux.

5. L'Évaluation de la santé réunit des informations tirées d'échantillons biologiques associés à des examens médicaux pour évaluer le niveau d'exposition des individus causé ou pouvant être causé par le polluant. Il s'agit d'une procédure de base pour évaluer les risques potentiels et établir des priorités parmi les mesures d'atténuation. La méthode d'Évaluation de la santé présente des orientations générales pour des évaluations semblables. Toutefois, les procédures d'échantillonnage particulières doivent être spécifiques à chaque site, prenant en considération les caractéristiques de l'activité minière; la biodiversité régionale; l'accessibilité et la disponibilité des ressources; les risques; la logistique; etc.

6. Un des principaux points qui doit être examiné dans une Évaluation de la santé est la voie par laquelle le mercure se bioaccumule chez les humains. Les principales voies sont l'inhalation de vapeur de mercure métallique résultant du brûlage de l'amalgame (et de la fonte de l'or) et l'ingestion de poissons contenant des concentrations élevées à modérées de méthylmercure. La vapeur de mercure rejetée durant la décomposition de l'amalgame présente un grave danger pour les travailleurs et les communautés avoisinantes. En contact avec des sols riches en matières organiques, le mercure métallique devient soluble et se transforme éventuellement sous sa forme la plus toxique, le

méthylmercure, qui se bioaccumule rapidement. Les communautés tributaires de poissons, en particulier d'espèces carnivores, comme source alimentaire principale, peuvent être particulièrement vulnérables à l'ingestion de niveaux dangereux de méthylmercure.

7. Le mercure métallique, qui est la forme principale de mercure rejeté par les mineurs du secteur de l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or, est difficile à manipuler. L'état volatil du mercure aux températures ambiantes et la présence d'autres sources anthropiques de mercure prêtant à confusion rendent l'interprétation des données difficile. Fait sans doute plus important, les mécanismes régissant la transformation du mercure métallique dans sa forme la plus toxique, le méthylmercure, ne sont pas pleinement compris. Lorsque des Évaluations de l'environnement et de la santé sont menées pour déterminer l'exposition au mercure, des échantillons géochimiques et biologiques devraient être sélectionnés avec soin pour répondre à l'objectif des évaluations. Dans la plupart des cas, des contraintes en matière de ressources et de temps conduisent souvent à des « raccourcis » qui entravent considérablement l'interprétation des données ultérieurement. Sachant cela, le but de chaque mesure de surveillance doit être clairement défini avant le début de toutes activités sur le terrain. Une conception adéquate des programmes de surveillance avant de s'engager sur le terrain est absolument essentielle pour établir la pertinence et les priorités relatives aux procédures d'échantillonnage.

B. Méthodes

Poissons d'échantillonnage pour l'évaluation des risques sur la santé

8. Afin de quantifier l'exposition potentielle au mercure des populations locales non exposées sur leurs lieux de travail et de déterminer la possibilité d'impact sur la santé, les informations suivantes doivent être connues :

- La quantité moyenne quotidienne de poissons consommés (en grammes) pour différents repas
- Le nombre de repas par jour ou par semaine de consommation de poissons
- La proportion relative des différentes espèces de poissons consommés
- La taille des poissons consommés
- La concentration en mercure dans les tissus des espèces visées de poissons consommés

9. Le recensement des espèces de poissons visés représente l'étape la plus importante dans l'établissement du protocole d'échantillonnage de l'Évaluation des risques pour la santé humaine. La meilleure manière d'obtenir des informations sur la quantité et la fréquence de la consommation de poissons de chaque espèce visée repose sur des entretiens avec la personne chargée de la préparation de la plupart des repas, généralement les femmes dans le ménage. Par ailleurs, des entretiens avec des pêcheurs aux berges des fleuves ou des commerçants locaux de poissons pourront aider à recenser les principales espèces consommées et à fournir des informations sur l'abondance relative des espèces pêchées. En raison de leur position élevée dans la chaîne alimentaire, les poissons carnivores représentent en général la principale voie d'exposition des humains au méthylmercure par le biais d'une source alimentaire. Akagi et Naganuma (2000) ont également montré que la vaste majorité du mercure dans les poissons herbivores et détritivores de la région amazonienne apparaît également sous forme de méthylmercure.

10. Il existe une corrélation positive bien connue entre la taille des poissons et la concentration de mercure dans le tissu musculaire (Scott et Armstrong, 1972; Bodaly et coll., 1984; Somers et Jackson, 1993). Les poissons plus gros ont généralement des concentrations plus élevées de mercure. Afin d'éliminer le parti pris associé aux différences de taille des poissons, les concentrations de mercure dans les poissons doivent être mesurées parmi un large éventail de tailles. Ensuite, des procédures statistiques adéquates sont utilisées pour déterminer la concentration moyenne de mercure pour une taille de poissons donnée, habituellement près de la taille la plus fréquemment choisie par les consommateurs. Cette procédure devrait être appliquée pour évaluer les données sur la base d'une taille de poissons normalisée. Ceci fournira au chercheur de la santé une méthode pour surveiller l'évolution des niveaux de mercure dans les poissons au fil du temps.

Examen médical

11. Une Évaluation de la santé repose sur un examen des conditions physiques et mentales des individus en vue de déterminer leur état de santé et, dans certaines circonstances, de soupeser les influences possibles de facteurs externes qui peuvent ou non contribuer à la détérioration de leur santé.

12. Un examen médical prend la forme d'un questionnaire initial sur l'historique de santé des individus; il est suivi par un examen physique et neurologique. Des examens médicaux peuvent être réalisés pour déterminer les niveaux d'exposition au mercure. Les méthodes spécifiques pour la biosurveillance du mercure sont disponibles dans Veiga et Baker (2004). En outre, certains tests sur le terrain peuvent être effectués pour évaluer la fonction neurologique afin de déterminer la santé neurologique des membres de la communauté. Ces tests sur le terrain sont décrits dans Veiga et Baker (2004). Dans certaines circonstances, grâce à des études très soigneusement conçues et des tailles adéquates de populations à examiner, des données sur l'exposition et la santé peuvent être utilisées pour évaluer le lien entre les niveaux de mercure dans le corps (sur la base d'une analyse des cheveux, de l'urine et du sang) et les symptômes neurologiques de l'intoxication mercurielle. Si une étude épidémiologique semblable est souhaitée, il est fortement recommandé qu'elle soit conçue en consultation étroite avec les autorités sanitaires locales et, possiblement, les universités locales afin qu'un plan d'étude adéquat, des protocoles normalisés, une sélection de taille d'échantillons et des méthodes analytiques puissent être déterminés par des scientifiques et des chercheurs possédant de l'expérience dans l'épidémiologie environnementale.

13. Quel que soit le type d'examen médical, la connaissance de la distribution et des conditions socio-économiques et démographiques des individus et de leurs familles est importante, ces facteurs indiquant, sur la base des voies d'exposition au mercure, les groupes de personnes les plus exposés et les plus vulnérables à la contamination dans une communauté. En utilisant une étude socio-économique et démographique fondée sur des entretiens, il est possible de définir les caractéristiques d'une communauté minière. Tous les groupes (mineurs jeunes et plus âgés, femmes plus âgées et plus jeunes, enfants, etc.) devraient être représentés et échantillonnés dans une proportion correspondant à une communauté déterminée.

14. Dans les études du Projet mondial sur le mercure, en général, au moins 200 personnes dans une communauté minière ont été recommandées pour l'échantillonnage ainsi que 50 personnes dans la zone témoin, c'est-à-dire une communauté composée d'un groupe semblable de personnes, mais non touchée par les activités des mineurs du secteur de l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or. Cependant, comme mentionné précédemment, un plan d'étude adéquat, y compris une taille d'échantillons, devrait être déterminé à la lumière des buts de l'étude, des niveaux d'exposition et des effets particuliers étudiés, de l'état de santé général, de la présence de facteurs de confusion et d'autres considérations. Ces décisions sont meilleures si elles sont prises en consultation avec des épidémiologistes au sein des autorités sanitaires locales et nationales (« Protocoles pour l'évaluation de l'impact sur la santé et l'environnement du mercure rejeté par les petites mines artisanales d'extraction de l'or », M. Veiga et R. Baker, 2004).

C. Études de cas :

« *Health Assessment of Artisanal Gold Miners in Indonesia* »

15. Une évaluation de l'environnement et de la santé a été réalisée dans deux régions de l'Indonésie (en Kalimantan central et en Sulawesi du Nord). L'évaluation de l'environnement a montré une grave contamination au mercure et des niveaux accrus de mercure dans les poissons. Dans le cadre de l'évaluation de la santé, 281 volontaires ont été recrutés et examinés à l'aide d'un questionnaire normalisé, d'un examen neurologique et de tests neuropsychologiques. Les travailleurs exposés au mercure ont présenté des symptômes typiques d'intoxication mercurielle, tels que des troubles du mouvement. Des échantillons de sang, d'urine et de cheveux ont été pris et analysés pour le mercure. La concentration de mercure dans les bio-indicateurs était élevée, partiellement très élevée dans la population active, accrue dans la population vivant dans le même habitat et faible dans le groupe témoin. Selon un protocole normalisé comprenant une combinaison de valeurs seuils de mercure dans les bio-indicateurs et un score médical, le diagnostic d'intoxication chronique au mercure a été établi pour des travailleurs hautement atteints (affineurs d'amalgames) dans le cas de 55 % de travailleurs en Sulawesi et de 65 % de travailleurs en Kalimantan. Les transformateurs de minéraux moins exposés et la population en général dans les régions d'exploitation minière ont également présenté un pourcentage élevé d'intoxication (Bose-O'Reilly et coll., 2009).

« *Health Assessment of Artisanal Gold Miners in Tanzania* »

16. En 2003, l'ONUDI a réalisé une évaluation de l'environnement et de la santé dans une zone d'exploitation minière à petite échelle en Tanzanie. La British Geological Survey a effectué l'évaluation environnementale. L'Institut de médecine légale de l'Université de Munich a mené l'évaluation de la santé. Les résultats des examens de 180 participants ont été analysés pour détecter le niveau de charge corporelle de mercure. Les concentrations de mercure dans l'urine, le sang et les cheveux des bio-indicateurs ont été considérablement plus élevées, sur le plan statistique, dans la

population exposée que dans le groupe témoin. Seuls des travailleurs chargés de chauffer l'amalgame ont montré des niveaux de mercure supérieurs aux valeurs seuil toxicologiques. Une spéciation de mercure dans les cheveux a révélé que la vapeur de mercure élémentaire avait hautement contribué à la charge corporelle élevée des mineurs artisanaux (Bose-O'Reilly et coll., 2009.)

D. Conclusion

17. La biosurveillance (échantillons de cheveux et d'urine) et l'évaluation de la santé des mineurs et de leurs familles, des populations vivant et/ou travaillant à proximité des « fonderies d'or » sont des méthodes utiles pour évaluer l'état de santé des personnes dans ces communautés. L'évaluation de la santé et la biosurveillance (échantillons de cheveux) des personnes dans les communautés consommant ces poissons en aval devraient être réalisées. La participation des autorités sanitaires locales est une condition préalable pour tout échantillonnage biologique. Des plans devraient être conçus avec ces autorités pour un suivi adéquat de la population.

18. Les facteurs qui influencent la santé des communautés du secteur de l'exploitation artisanale et à petite échelle des mines de l'or sont nombreux et interreliés. Pour cette raison, la réalisation d'une étude médicale approfondie relative à l'impact du mercure sur la santé requiert une taille d'échantillons suffisante et un protocole bien défini.

19. Étant donné que le mercure est une neurotoxine puissante, une approche de santé publique prudente peut également se concentrer sur le recensement des populations menacées d'exposition au mercure et sur la prise de mesures visant à réduire les voies d'exposition, tout en s'efforçant de diminuer les émissions de mercure dans l'environnement.

20. Le niveau d'exposition d'une population non exposée en milieu de travail peut également être estimé au moyen d'un échantillonnage et d'une analyse des voies clés, telles que les produits alimentaires, en particulier, les poissons. Pour mener de telles évaluations, une surveillance du mercure dans le tissu des poissons pêchés en aval des régions minières est essentielle.

E. Références

- Akagi, H. et A. Naganuma. 2000. Human Exposure to Mercury and the Accumulation of Methylmercury that is Associated with Gold Mining in the Amazon Basin, Brésil. *J. Health Science*, vol. 46, no 5, p. 323-328.
- Bodaly, R. A., R. E. Hecky et R. J. P. Fudge. 1984. Increases in Fish Mercury Levels in Lakes Flooded by the Churchill River Diversion, Northern Manitoba. *Can J. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 41, p. 682-691.
- Bose-O'Reilly, S., G. Drasch, C. Beinhoff, S. Rodrigues-Filho, G. Roider, B. Lettmeier, A. Maydl, S. Maydl et U. Siebert. 2009. Health Assessment of Artisanal Gold Miners in Indonesia. *Science of the Total Environment* (2010) vol. 408, p. 713-725.
- Bose-O'Reilly, S., G. Drasch, C. Beinhoff, S. Rodrigues-Filho, G. Roider, B. Lettmeier, A. Maydl, S. Maydl et U. Siebert. 2009. Health Assessment of Artisanal Gold Miners in Tanzania. *Science of the Total Environment* (2010) vol. 408, p. 796-805.
- Nweke, O. C. et W. H. Sanders. 2009. Modern Environmental Health Hazards : A Public Health Issue of Increasing Significance in Africa. *Environ Health Perspect.*, vol. 117, p. 863-870.
- PNUE et OMS. 2008. Orientations pour l'identification des populations à risque suite à l'exposition au mercure.
- Scott, D.P. et F. A. J. Armstrong. 1972. Mercury Concentration in Relation to Size in Several Species of Freshwater Fishes from Manitoba and Northwestern Ontario. *J. Fish. Res. Board Can.*, vol. 29, p. 1685-1690.
- Somers, K. M. et D. A. Jackson. 1993. Adjusting Mercury Concentration for Fish-Size Covariation : A Multivariate Alternative to Bivariate Regression. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 59, p. 2388-2396.
- Veiga, M. et R. Baker. 2004. Protocoles pour l'évaluation de l'impact sur la santé et l'environnement du mercure rejeté par les petites mines artisanales d'extraction de l'or. Fonds pour l'environnement mondial, Programme des Nations Unies pour le développement, Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, p. 137-160.